

Original document

**DYNAMIC PRESSURE BEARING MADE OF CERAMICS**

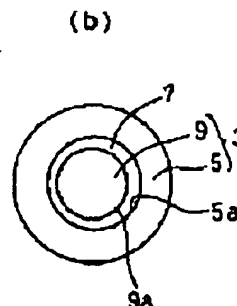
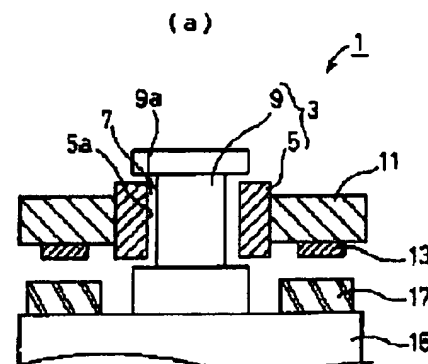
Patent number: JP10213125  
 Publication date: 1998-08-11  
 Inventor: ISHIKAWA TAKANOBU; YOGO TETSUJI  
 Applicant: NGK SPARK PLUG CO  
 Classification:  
 - international: F16C17/02  
 - european:  
 Application number: JP19970015336 19970129  
 Priority number(s): JP19970015336 19970129

[View INPADOC patent family](#)

Report a data error here

**Abstract of JP10213125**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a dynamic pressure bearing made of ceramics without generating vibration and seizure during rotation of the dynamic pressure bearing. **SOLUTION:** A dynamic pressure bearing 3 is composed of a cylindrical bearing 5, and a main shaft 9 fittingly inserted in a through hole 7 of the bearing 5 in the axial direction of the bearing 5. The main shaft 9 is fixed so as not to be rotated, and the bearing 5 side is rotated. The main shaft 9 is eccentrically arranged in the through hole 7. The bearing 5 is therefore rotated at high speed without coming in contact with the main shaft 9 by the principle of the dynamic pressure bearing. The bearing 5 and the main shaft 9 are formed of alumina ceramics, and the surface roughness  $S_m$  of the respective rotating faces 5a, 9a are set into a range of  $5\text{-}50\mu\text{m}$ .



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-213125

(43)公開日 平成10年(1998)8月11日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>  
F 1 6 C 17/02

識別記号

F I  
F 1 6 C 17/02

A

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平9-15336

(22)出願日 平成9年(1997)1月29日

(71)出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号

(72)発明者 石川 敬展

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 余皓 哲爾

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

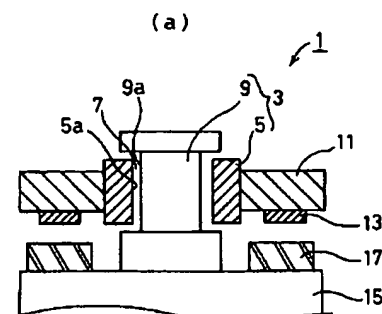
(74)代理人 弁理士 足立 勉

(54)【発明の名称】 セラミックス製動圧軸受

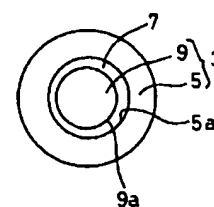
(57)【要約】

【課題】 動圧軸受の回転中に振動や焼き付きが発生することがないセラミックス製動圧軸受を提供すること。

【解決手段】 動圧軸受3は、円筒状の軸受5と、その貫通孔7にて軸受5の軸方向に嵌挿された主軸9とから構成されている。主軸9は固定されて回転せず、軸受5側が回転する構成となっており、主軸9は貫通孔7内にて偏心して配置されている。よって、動圧軸受の原理により、軸受5は主軸9と非接触にて高速回転する。軸受5及び主軸9は、アルミナセラミックからなり、各々の回転面5a、9aの表面粗さSmは、5～50μmの範囲に設定されている。



(b)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 主軸もしくは軸受が回転する際に、該主軸と軸受とが互いの回転面にて非接触となる動圧軸受において、

前記主軸もしくは軸受又は双方のうち、少なくとも前記回転面がセラミックスから構成されるとともに、該セラミックスからなる回転面の表面粗さが、凹凸の平均間隔(Sm)で5～50μmであることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

【請求項2】 前記セラミックスからなる回転面に、多数の空孔を有していることを特徴とする前記請求項1に記載のセラミックス製動圧軸受。

【請求項3】 前記主軸が、前記軸受の貫通孔内にて回転する構成であることを特徴とする前記請求項1又は2に記載のセラミックス製動圧軸受。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転時には主軸と軸受とが非接触となり、主軸又は軸受が回転する動圧軸受に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、高速回転する高精度モータには、高速回転時の優れた軸受性能を得るためや、低回転ムラの発生防止等のために、空気等の気体を媒体とした動圧軸受が用いられている。この動圧軸受とは、例えば主軸が回転する場合には、回転時に主軸が軸受面と非接触で支持されて回転するものであり、この主軸及び軸受の材料には、ステンレス等の金属もしくはこれらに樹脂等のコーティングを施したものが一般的に用いられている。

【0003】ところが、金属製の動圧軸受では、起動時および停止時に主軸と軸受が焼き付きを起こすことがある。また、金属に樹脂をコーティングを施したものは、耐摩耗性に劣り動圧軸受としての寿命が短いという問題があった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】そこで、上記のような動圧軸受の起動時および停止時の焼き付きを防止するために、主軸及び軸受の両方またはどちらか一方を、焼き付きが生じにくくしかも耐摩耗性に優れているアルミナを始めとするセラミックスにより構成することが行われている。

【0005】しかしながら、このように動圧部品にセラミックスを用いた場合でも、主軸回転中に振動が発生したり、(仮に一方が金属である場合には)依然として焼き付きが発生する等の問題が生じていた。つまり、振動の問題は、主軸及び軸受の両方またはどちらか一方をセラミックスとした場合にも発生し、焼き付きの問題は、主軸をステンレス等の金属とした場合に発生することがあった。

【0006】本発明は、前記課題を解決するためになされたものであり、動圧軸受の回転中に振動や焼き付きが発生することがないセラミックス製動圧軸受を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するための請求項1の発明は、主軸もしくは軸受が回転する際に、該主軸と軸受とが互いの回転面にて非接触となる動圧軸受において、前記主軸もしくは軸受又は双方のうち、少なくとも前記回転面がセラミックスから構成されるとともに、該セラミックスからなる回転面の表面粗さが、凹凸の平均間隔(Sm)で5～50μmであることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0008】前記セラミックスとしては、アルミナ、ジルコニア、アルミナ-ジルコニア、窒化珪素、炭化珪素等を採用できる。前記Smとは、JIS B 0601により凹凸の平均間隔を定義するものであり、具体的には、例えば図1に示す様に凹凸があるとすると、粗さ曲線rから平均線mの方向に基準長さlだけ抜取り、この抜取り部分において一つの山及びそれに隣合う一つの谷に対応する平均線mの長さの和を求め、この多数の凹凸の間隔の算術平均値をミリメートル[mm]で表したものをいう。即ち、Smは、下記式(1)で表されるものをいう。

## 【0009】

## 【数1】

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{m_i} \quad \dots (1)$$

但し、Sm<sub>i</sub>：凹凸の間隔

n：基準長さl内での凹凸の間隔の個数

【0010】請求項2の発明は、前記セラミックスからなる回転面に、多数の空孔を有していることを特徴とする前記請求項1に記載のセラミックス製動圧軸受を要旨とする。この多数の空孔は、回転面の表面に均一に分散していることが好ましい。また、その径に関しては、あまり小さかったり大きかったりすることは望ましくなく、同じ程度の径の空孔が分散していることが望ましい。

【0011】従って、セラミックスの回転面の接触面積率としては、例えば50～80%の範囲が好適である。また、空孔の回転面における直径の平均値は、5～20μmの範囲が好適である。更に、空孔の回転面における直径は、5～15μmの範囲内であると好適である。

【0012】請求項3の発明は、前記主軸が、前記軸受の貫通孔内にて回転する構成であることを特徴とする前記請求項1又は2に記載のセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

## 【0013】

【発明の実施の形態】セラミックス材を動圧軸受の材料

として採用する場合には、主軸と軸受のセラミック材の回転面における表面粗さが問題になる。つまり、一般に研磨加工後のセラミックス表面では、研磨時の粒子脱落により、微小な孔が存在しているが、このような孔の数、大きさ、分布状態等が、動圧軸受の回転時の振動や、(主軸と軸受の一方が金属である場合の)焼き付きに大きな影響を及ぼしていると考えられる。

【0014】具体的には、セラミック材の回転面に径の大きな孔(例えば直径100 $\mu$ mを超える孔)が存在している場合には、例えば主軸が回転する際に、主軸と軸受との間にある流体層に乱れが発生し、例えば主軸に振動が発生すると考えられる。一方、セラミック材の回転面に存在する孔の個数が少なすぎたり、孔の径が小さいものが多数の場合には、主軸と軸受の回転面に凝着が生じ易くなり、主軸等が金属で形成されている場合には、焼き付きが生じることがある。

【0015】そこで、本発明では、セラミックスからなる回転面の表面粗さが、凹凸の平均間隔( $S_m$ )で5~50 $\mu$ mとすることにより、上述した孔の大きさや数を適切なものとするので、振動や焼き付きの発生を防止することができる。

【0016】

【実施例】次に、本発明のセラミックス製動圧軸受の実施例について説明する。

(実施例1)

a) 本実施例のセラミックス製動圧軸受は、図2(a)に示す様に、例えばポリゴンミラーを回転駆動するためのモータユニット1に使用されるものであり、空気を媒体とした動圧軸受3である。

【0017】この動圧軸受3は、円筒状の軸受5(内径13mm強、外径25mm、軸方向長さ5mm)と、その貫通孔7にて前記軸受5の軸方向に嵌挿された主軸9(直径13mm弱、長さ8mm)とからなり、主軸9は固定されて回転せず、その周囲の軸受5側が回転する構成となっている。尚、当然ながら、軸受5の内径と主軸9の直径が同一では回転できないので、軸受5の内径を13mm強、主軸9の直径を13mm弱として、それらの間に僅かな隙間を持たせている。

【0018】また、図2(b)に示す様に、主軸9は貫通孔7内にて偏心して配置されており、主軸9の中心軸は貫通孔7の中心軸と例えば5 $\mu$ mだけわずかにずれている。よって、動圧軸受の原理により、軸受5は主軸9と非接触にて高速回転する。尚、軸受5及び主軸9のうち少なくとも一方の回転面(例えば軸受5側のみ)には、軸受5の回転を主軸9と非接触に滑らかに行うために、周知の動圧溝(図示せず)が形成されている。尚、周知の動圧溝の部分は、上述した表面粗さ $S_m$ の対象外である。

【0019】前記軸受5及び主軸9は、アルミナセラミックからなり、各々の回転面5a、9aの表面粗さ $S_m$

は、5~50 $\mu$ mの範囲に設定されている。つまり、軸受5及び主軸9の回転面5a、9aには、多数の微小な孔(図示せず)が形成されており、この孔の大きさ及び数により、前記表面粗さ $S_m$ が決まる。尚、孔の径の大きさは様々であるが、主として直径(5~20 $\mu$ m)の範囲のものからなり、平均すると、10 $\mu$ mである。

【0020】また、本実施例では、軸受5側を回転させるために、図2(a)に示す様に、軸受5の外周に取り付けられた環状部11の下面側には永久磁石13が配置され、この永久磁石13と対向する基台15上には電磁石17が配置されている。

b) 上述した動圧軸受3は、下記の方法により製造することができる。

【0021】アルミナからなるセラミック粉末をプレス成形して圧粉体を焼結し、この焼結品に研磨加工を施して所定の寸法に仕上げる。その後、回転面5aに動圧溝を形成する。この動圧溝は、例えばサンドブラストやエッチング等により形成する。そして、得られた動圧軸受3をモータユニット1に組み込む。

【0022】特に、軸受5及び主軸9の回転面5a、9aの表面粗さ $S_m$ を、5~50 $\mu$ mの範囲に設定するためには、使用するアルミナの粒径、成形圧力、焼結温度、相対密度、研磨方法等を適宜選択することにより行うことができる。例えば表面を粗くする研磨を行う場合には、表面粗さ $S_m$ が大きくなり、逆に表面を滑らかにする研磨を行う場合には、表面粗さ $S_m$ が小さくなるので、それらを組み合わせて、表面粗さ $S_m$ を、5~50 $\mu$ mの範囲に設定することができる。

【0023】上述した構成を有する本実施例の動圧軸受3は、回転面における表面粗さ $S_m$ が5~50 $\mu$ mの適度な範囲であるので、動圧軸受3の回転時の振動が極めて少なく、また、軸受5及び主軸9がセラミックスから構成されているので、始動時や停止時等に焼き付きが発生することもない。

【0024】尚、本実施例の動圧軸受3の場合、例えば一方の部品(軸受5又は主軸9)をステンレス等の金属としたとしても、セラミックスからなる軸受5又は主軸9の回転面における表面粗さ $S_m$ が5~50 $\mu$ mの適度な範囲であるので、焼き付きが発生することはない。

【0025】c) 次に、本実施例の効果を確認するために行った実験例について説明する。

(実験例) 上述した実施例の構造のモータユニットにおいて、軸受及び主軸の材料と回転面の表面粗さ $S_m$ とを、下記表1及び下記表2に示すものとした。そして、軸受側を4000rpmの回転数で回転させ、下記の測定項目(1)、(2)について調べた。その結果を、同じく下記表1及び表2に記す。

【0026】(1)振動の有無(回転中に測定)

但し、振動の検出は、非接触式のレーザ変位計(50000回/秒のサンプリング可能)を用いて行なう

(2)焼き付きの有無(起動時及び停止時に焼き付きが発生したか否かを確認)

【0027】

【表1】

主軸: SUS 304、軸受: アルミナ

	試料 No.	アルミナの 表面粗さ S <sub>m</sub>	振動の有無	焼き付きの 有無
比較例	1	1 μm	×	○
実施例	2	5 μm	○	○
	3	10 μm	◎	○
	4	25 μm	○	○
	5	50 μm	○	○
比較例	6	75 μm	×	×

但し、(1)振動の有無 ◎:非常に良い、○:良い、×:使用不可

(2)焼き付きの有無 ○:焼き付き無し、×:焼き付き発生

【0028】この表1から明かな様に、実施例の試料No. 2～5のものは、表面粗さS<sub>m</sub>が、5～50 μmの本発明の範囲であるので、振動が少なく金属製主軸の焼き付きも発生しなかった。それに対して、比較例の試料No. 1のものは、表面粗さS<sub>m</sub>が小さ過ぎ、振動が発生し

たので好ましくない。また、比較例の試料No. 6のものは、表面粗さS<sub>m</sub>が大き過ぎ、振動及び金属製主軸の焼き付きが発生したので好ましくない。

【0029】

【表2】

主軸: アルミナ、軸受: アルミナ

	試料 No.	主軸及び軸受の アルミナの 表面粗さ S <sub>m</sub>	振動の有無	焼き付きの 有無
比較例	7	1 μm	×	○
実施例	8	5 μm	○	○
	9	10 μm	◎	○
	10	25 μm	○	○
	11	50 μm	○	○
比較例	12	75 μm	×	○

但し、(1)振動の有無 ◎:非常に良い、○:良い、×:使用不可

(2)焼き付きの有無 ○:焼き付き無し、×:焼き付き発生

【0030】この表2から明かな様に、実施例の試料No. 8～11のものは、表面粗さS<sub>m</sub>が、5～50 μmの本発明の範囲であるので、振動が少なく焼き付きも発生しなかった。それに対して、比較例の試料No. 7のものは、表面粗さS<sub>m</sub>が小さ過ぎ、振動が発生したので好ましくない。また、比較例の試料No. 12のものは、表面粗さS<sub>m</sub>が大き過ぎ、振動が発生したので好ましくない。尚、この実験例では、軸受及び主軸ともにセラミックスであるので、焼き付きは生じない。

(実施例2) 図3に示す様に、本実施例のセラミックス製動圧軸受21は、円筒状の軸受23と、その貫通孔25にて前記軸受23の軸方向に嵌挿された主軸27とから構成されている。

【0031】本実施例では、軸受23は固定されて回転

せず、主軸27側が回転する構成となっており、主軸27は貫通孔25内にてその中心軸よりわずかにずれて偏心して配置されている。よって、動圧軸受の原理により、主軸27は軸受23と非接触にて高速回転する。尚、主軸27及び軸受23のうち少なくとも一方の回転面には、周知の動圧溝(図示せず)が形成されている。

【0032】前記主軸27はステンレス(SUS 304)からなり、一方、軸受23は、アルミナセラミックスからなり、軸受23側の回転面23aの表面粗さS<sub>m</sub>は、5～50 μmの範囲に設定されている。本実施例の構成によっても、前記実施例1と同様に、振動及び焼き付きの発生を防止することができる。

【0033】尚、本実施例では、主軸27を金属で構成し、軸受23をセラミックスで構成したが、これとは別

に、主軸27をセラミックスで構成し、軸受23を金属で構成してもよく、或は、主軸27及び軸受23の両方をセラミックスで構成してもよい。

【0034】尚、本発明は前記実施例になんら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の態様で実施しうることはいうまでもない。

【0035】

【発明の効果】以上詳述した様に、請求項1のセラミックス製動圧軸受では、主軸又は軸受もしくは双方がセラミックスから構成されとともに、セラミックスの回転面における表面粗さ $S_m$ を $5 \sim 50 \mu m$ としたので、動圧軸受の回転時の振動を防止することができる。また、動圧軸受の一方の部品を金属とした場合でも、焼き付きの発生を防止することができる。

【0036】請求項2の発明では、セラミックスからなる回転面に多数の空孔を有しているので、振動や焼き付

きの発生がなく、しかもこの空孔は研磨等により容易に形成することができる。請求項3の発明では、例えばモータユニットに使用する軸受の構成として、主軸が軸受の貫通孔内にて回転する構成を採用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 表面粗さ $S_m$ を説明する説明図である。

【図2】 実施例1を示し、(a)は動圧軸受が使用されたモータユニットを一部破断して示す正面図、(b)は動圧軸受を示す平面図である。

【図3】 実施例2の動圧軸受を示す斜視図である。

【符号の説明】

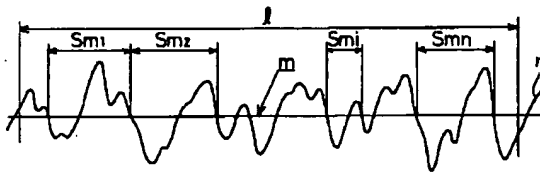
1…モータユニット

3, 21…動圧軸受

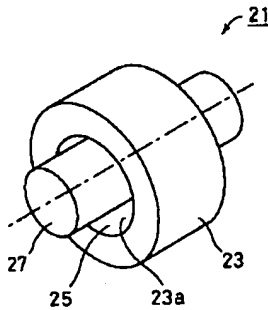
5, 23…軸受

9, 27…主軸

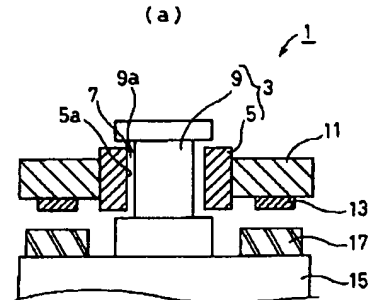
【図1】



【図3】



【図2】



(b)

